

Hand

DIALOG(R) File 351:DERWENT WPI  
(c)1996 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

003446558 WPI Acc No: 82-03060J/48  
XRAM Acc No: C82-J03060

Single mode optical fibre prodn. involves forming porous glass core and  
cladding, half-sintering and depositing stress-affording porous glasses  
Index Terms: SINGLE MODE OPTICAL FIBRE PRODUCE FORMING POROUS GLASS CORE  
CLAD HALF SINTER DEPOSIT STRESS AFFORD POROUS GLASSES

Patent Assignee: (NITE) NIPPON TELEG & TELEPH

Number of Patents: 002

Patent Family:

CC Number	Kind	Date	Week
<del>JP 57170835</del>	<del>A</del>	<del>821021</del>	<del>8248</del>
JP 90036535	B	900817	9037

(Basic)

Reference 12

Priority Data (CC No Date): JP 8156764 (810415)

Abstract (Basic): In prodn. of a single mode optical fibre the improvement  
comprises prepg. porous glass for a core and accumulating porous glass  
for a cladding therearound by the VAD process. This is followed by  
half-sintering and then depositing two stress-affording porous glasses,  
having different thermal expansion coeffts., at four positions  
symmetrical against two faces intersecting each other at right angles,  
including the core centre axis. The whole fibre is sintered to give a  
transparent vitrified mother material. Opt. the mother material is  
covered with a jacket glass tube, followed by drawing.

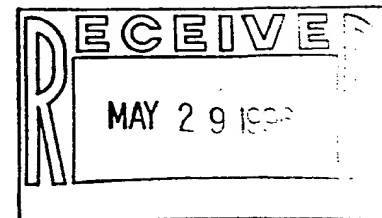
A prod. having low loss in light transmission and good  
polarisation property is obtd. The deposn. of the stress-affording  
porous glass is pref. carried-out by (i) discharging H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SiCl<sub>4</sub>,  
BBR<sub>3</sub>, GeCl<sub>4</sub> from torches to deposit porous glass comprising  
SiO<sub>2</sub>. B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. GeO<sub>2</sub> on the side of the half-sintered porous mother material  
in parallel to the axis of the mother material; and (ii) discharging  
H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, SiCl<sub>4</sub>, TiCl<sub>4</sub> from torches to deposit porous glass comprising  
SiO<sub>2</sub>. TiO<sub>2</sub> at angle of 90 deg. C to the porous glass (5pp)

File Segment: CPI

Derwent Class: L01; P81;

Int Pat Class: C03B-037/00; G02B-005/14; G02B-006/00

Manual Codes (CPI/A-N): L01-F03; L01-L05



[Ref. 12]

[43]

1. A process for producing a single-mode optical fiber, comprising the steps of:

i) depositing a porous glass for a core with a VAD technique,

ii) depositing a porous glass for a cladding around the porous glass for the core with the VAD technique,

iii) subjecting the porous glass for the core and the porous glass for the cladding to temporary sintering,

iv) depositing two kinds of stress-imparting porous glasses, which have different coefficients of thermal expansion, at four positions symmetric with respect to two planes, which contain a center axis of the core and intersect perpendicularly to each other,

v) sintering and vitrifying the thus obtained material into a transparent glass, a matrix being thereby obtained,

vi) if necessary, jacketing the matrix with a jacketing glass tube, and

vii) drawing the matrix to form a wire.

[44]

This invention relates to a process for producing a single-mode optical fiber, which has low-loss characteristics and good polarization retentivity.

A popular process for producing a single-polarization, single-mode optical fiber having good

polarization characteristics is described in, for example, "Polarization in Optical Fibers," IEEE, Journal of Quantum Electronics, Vol. QE-17, No. 1, p 15, 1981. With this process, as illustrated in Figure 1A, a round rod-like transparent glass matrix 1 is produced with an MCVD technique (chemical vapor deposition technique). Thereafter, as illustrated in Figure 1B, opposite surfaces of the round rod-like transparent glass matrix 1, which are parallel to the axis and stand facing each other, are abraded, and an opposite surface-abraded matrix 2 is thereby obtained. As illustrated in Figure 1C, in order for the core diameter to be adjusted, the abraded matrix 2 is then covered with a jacketing glass tube 3. Wire drawing is then carried out by using a carbon resistance heating furnace, or the like. With this process, the shape of the core becomes elliptic, and the problems occur with respect to connections between fibers.

Also, with this process, in cases where the ellipticity  $e = a - b / a + b$  ( $a$ : length of longer axis,  $b$ : length of shorter axis) of the core shape is 40%, birefringence characteristics of as low as approximately  $10^{-5}$  can be obtained. Thus sufficiently good birefringence characteristics cannot be obtained.

The object of the present invention is to provide a process for producing an optical fiber, wherein the shape of a glass portion for a core is kept to be a true circle, a glass composition of a cladding is rendered to be axially asymmetric, and an optical fiber having a stress

distribution in the interior of the cladding is thereby obtained. The present invention will hereinbelow be described in detail with reference to the accompanying drawings.

[45]

In the present invention, firstly, a porous matrix for a core and a porous matrix for a synthetic cladding are formed. For this purpose, 6 liters/min of an oxygen gas, 4 liters/min of a hydrogen gas, 100cc/min of an  $\text{SiCl}_4$  gas conveyed by an Ar gas, 10cc/min of a  $\text{GeCl}_4$  gas, and 5cc/min of a  $\text{POCl}_3$  gas were delivered from a core torch 4 onto a support rod 9, which is being rotated at 5 rpm by a rotatable means 10. In this manner, an  $\text{H}_2\text{-O}_2$  flame is formed at the front face of the core torch 4. Also,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{GeCl}_4$ , and  $\text{POCl}_3$  are subjected to a flame hydrolysis reaction in the flame, and fine glass particles are thereby formed. In this manner, a porous matrix 11 for the core is synthesized.

The support rod 9 is moved up in accordance with the growth speed of the porous matrix 11 for the core, and the growth end is thereby kept at a predetermined position. Also, in accordance with the growth of the porous matrix 11 for the core, 5 liters/min of an  $\text{O}_2$  gas, 4 liters/min of an  $\text{H}_2$  gas, and 200cc/min of an  $\text{SiCl}_4$  gas, which is conveyed by an Ar gas, are delivered from synthetic cladding torches 5 and 6 and subjected to a flame hydrolysis reaction. In this manner, a porous matrix 12 for the synthetic cladding is

formed on the side surface of the porous matrix 11 for the core.

12 公開特許公報 (A)

Int. Cl.<sup>3</sup>  
C 03 B 37/00  
G 02 B 5/14

識別記号

庁内整理番号  
7730-4G  
7529-2H

公開

昭和57年(1982)10月21日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 5 頁)

⑤ 単一モード光ファイバの製造方法

④ 特 願 昭56-56764

④ 出 願 昭56(1981)4月15日

④ 発 明 者 宮哲雄

茨城県那珂郡東海村大字白方字  
白根162番地日本電信電話公社  
茨城電気通信研究所内

④ 発 明 者 枝広隆夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字  
白根162番地日本電信電話公社

④ 発 明 者 佐々木豊

茨城県那珂郡東海村大字白方字  
白根162番地日本電信電話公社  
茨城電気通信研究所内

④ 発 明 者 河内正夫

茨城県那珂郡東海村大字白方字  
白根162番地日本電信電話公社  
茨城電気通信研究所内

④ 出 願 人 日本電信電話公社

④ 代 理 人 弁理士 杉村暁秀 外1名

明 細 書

1 発明の名称 単一モード光ファイバの製造方法

2 特許請求の範囲

1 単一モード光ファイバの製造方法において、  
VAD法によつてコア用多孔質ガラスおよびそ  
のまわりにクラッド用多孔質ガラスを堆積さ  
せ、低損失させた後、熱膨張係数の異なる2  
種の応力付与用多孔質ガラスを、コア中心軸  
を含み互いに直交する2面に対して対称とな  
る四つの位置に堆積させ、全体を焼結、透明  
ガラス化させた母材を、必要に応じてリヤケ  
ット用ガラス管でリヤケットし、鈎引する  
ことを特徴とする単一モード光ファイバの製  
造方法。

3 発明の詳細な説明

本発明は低損失特性を有し、かつ偏光保持性  
に優れた単一モード光ファイバの製造方法に関  
する。

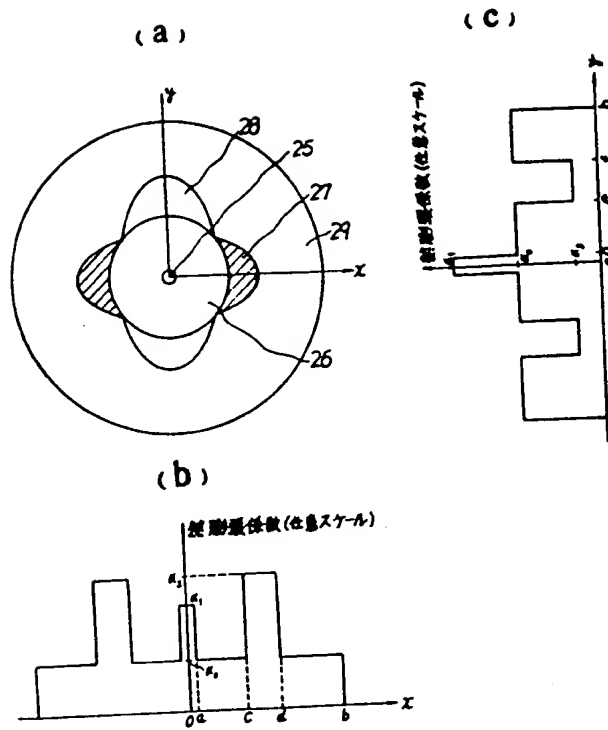
従来、偏光特性の優れた単一偏波単一モード光

ファイバ用母材の製造方法としては、IEEE Journal  
of Quantum Electronics, Vol. QE-17, No. 1, p. 16  
(1981)に報告されている「Polarization in  
Optical Fibers」なる題名の論文に見られるよう  
に、MCVD法(化学気相堆積法)で製造された第1  
図(a)に示すコア用丸棒状透明ガラス母材1を、第  
1図(b)に示すように、軸に平行な相対向する両面を  
研磨し、両面研磨母材2を作製した後、コア径の  
大きさを調節するため、第1図(c)に示すように、  
該研磨母材2にリヤケット用ガラス管3を被せ、  
炭素抵抗加熱炉等で鈎引をする方法が一般的であ  
つたが、この方法ではコア形状が楕円になり、フ  
ァイバ間の接続上の問題点があつた。

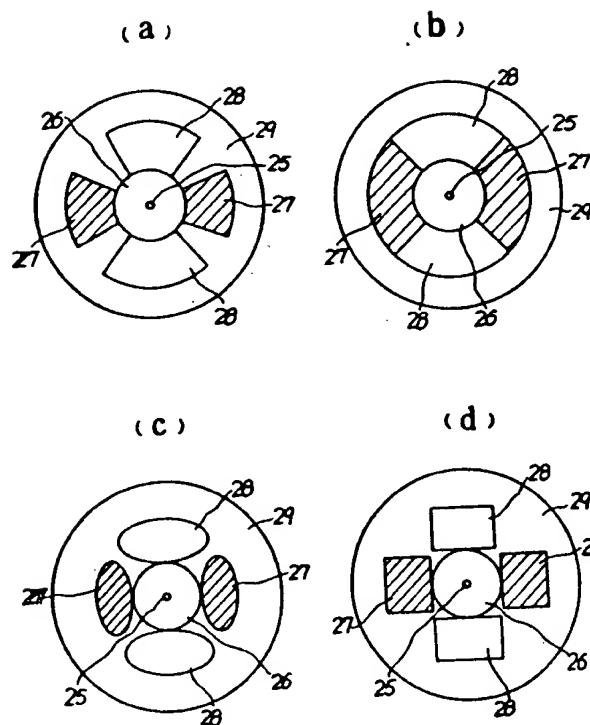
さらにこの方法では、コア形状を楕円率  $e = \frac{a-b}{a+b}$   
(a:長径、b:短径)が40%の場合で波長依存性が  
 $10^{-5}$  程度の大きさしか得られず、必ずしも十分に  
はなかつた。

本発明はこれらの欠点を除くため、コア用ガラ  
ス配の形状を真円に保つたまま、クラッド配のガ  
ラス組成を非軸対称にすることにより、コア内

第 5 図



第 6 図



に応力分布を持つた光ファイバを製造する方法を提供しようとするものである。以下、図面により本発明を詳細に説明する。

(実施例1) 多孔質母材の設備で応力付与製造とする方法

第1図～第3図は本発明の一実施例を示し、 $\Phi$ はコア用トーチ、 $\delta$ および $\epsilon$ は合成クラッド用トーチ、 $\gamma$ は反応球、 $\beta$ は排気部、 $\theta$ は支持棒、 $\iota$ は回転部、 $\parallel$ はコア用多孔質母材、 $\lambda$ は合成クラッド用母材である。

本発明において初めに、コア用多孔質母材および合成クラッド用多孔質母材を形成するため、回転部 $\iota$ によつて $\delta$  rpm で回転する支持棒 $\theta$ の上にコア用トーチ $\Phi$ を通して $\delta$  l/min の酸素ガス、 $\epsilon$  l/min の水素ガスとともに、Ar ガスで輸送される $100^\circ\text{C}/\text{min}$ の $\text{SiO}_2$  ガス、 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ の $\text{GeO}_2$  ガス、 $5^\circ\text{C}/\text{min}$ の $\text{POCl}_3$  ガスを流し、コア用トーチ $\Phi$ の前面で $\text{H}_2$ - $\text{O}_2$ 炎を形成し、火炎内で $\text{SiO}_2$ 、 $\text{GeO}_2$ 、 $\text{POCl}_3$ を火炎加水分解反応させてガラス微粒子を形成し、まずコア用多孔質母材 $\parallel$ を合成

$\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{GeO}_2$  から成る多孔質ガラス $\lambda$ を半透明多孔質母材 $\lambda$ の底面に母材の軸と平行に堆積させる。トーチ $\delta$ 、 $\epsilon$ によつて $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ を流し、同様に $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2$ から成る多孔質ガラスを前記ガラスと直角な角度に堆積させる。応力付与用多孔質ガラスの成長に伴い、支持棒 $\theta$ は回転させずに、成長端が一定位置に保たれるように上方に移動させる。このようにして得た多孔質ガラスを焼結、透明ガラス化させたものを所望の太さになるよう延伸加工した後、第4図に示すようにコア径が単一モード条件を満たすようにジヤケット用ガラス管 $\mu$ をかぶせ、練引して、光ファイバを得る。第4図において、 $\nu$ はコア、 $\omega$ は合成クラッド、 $\kappa$ 、 $\xi$ は応力付与用クラッドである。

第5図(a)は光ファイバの断面を示し、第5図(b)および第5図(c)はそれぞれx軸、y軸方向の断面の熱膨張係数の分布を示したものである。

第5図(b)において $\omega$ は合成クラッド、 $\kappa$ は $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ から成る応力付与用ガラス、 $\xi$ は $\text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ から成る応力付与用ガラス、 $\mu$ はジヤケットガ

する。

支持棒 $\theta$ はコア用多孔質母材 $\parallel$ の成長速度に合わせて上方に引き上げ、成長端は一定位置に保たれる。またコア用多孔質母材 $\parallel$ の成長に従い、該底面に合成クラッド用トーチ $\delta$ および $\epsilon$ から流す $\delta$  l/min の $\text{O}_2$ ガス、 $\epsilon$  l/min の $\text{H}_2$ ガス、Ar ガスで輸送される $100^\circ\text{C}/\text{min}$ の $\text{SiO}_2$ ガスを、同様に火炎加水分解反応させて、合成クラッド用多孔質母材 $\lambda$ を形成する。

続いて該母材を炭素抵抗炉内に入れ、 $1200^\circ\text{C}$ の温度で1時間、熱処理を施し、半透明させる。

次に第5図(a)、(b)に示すように、該半透明多孔質母材 $\lambda$ の外側に応力付与用多孔質ガラスを堆積させる。 $\iota$ 、 $\lambda$ 、 $\mu$ 、 $\nu$ は応力付与用多孔質ガラス用トーチ、 $\lambda$ は回転部、 $\mu$ は $\text{SiO}_2 \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{GeO}_2$ から成る多孔質ガラス、 $\nu$ は $\text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2$ から成る多孔質ガラス、 $\xi$ は排気部、 $\zeta$ は反応球、 $\eta$ は支持棒である。

これを動作させるには、トーチ $\iota$ 、 $\lambda$ から $\text{H}_2$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{BBr}_3$ 、 $\text{GeO}_2$ ガスを流し、 $\text{SiO}_2 \cdot$

である。

$\text{SiO}_2$ 、 $\text{GeO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$ の熱膨張係数(参考文献: Martin Emery Nordberg: U.S. Patent Specifications, 338, 891, 1954)

をそれぞれ $\alpha_0$ 、 $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$ 、 $\alpha_3$ とすると、

$$\begin{cases} \alpha_1 > \alpha_0 \\ \alpha_2 > \alpha_0 \\ \alpha_3 < \alpha_0 \end{cases} \quad \begin{cases} \alpha_0 = 3.3 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ \alpha_1 = 9.4 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ \alpha_2 = 11.0 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \\ \alpha_3 = 0.1 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \end{cases}$$

であるので、x方向、y方向の熱膨張係数の分布は第5図(b)および第5図(c)に示すようになる。直交する2方向の熱膨張係数の分布が異なることから、ファイバ内の応力分布は非軸対称となり、その結果として複屈折性が得られる。このようにして得られた複屈折性は $3 \times 10^{-4}$ の大きさに達した。また0.3 dB/km、30 kmの低損失、長尺化も可能となる。

(実施例2) 応力付与用ガラス部の形状について  
応力付与用ガラスに研磨加工を施すことにより、応力付与用ガラス部を第6図(a)、(b)、(c)、(d)に示



ように、種々の形状にすることが可能であつた。

なお本発明の単一モード光ファイバの製造方法において、コア中心軸に対して、相対向する1組の応力付与用ガラスの熱膨張係数が $SiO_2$ より大きく、他方の1組の応力付与用ガラスの熱膨張係数が $SiO_2$ より小さくなるように、応力付与用ガラス原料を選定することもできる。

また本発明の単一モード光ファイバの製造方法において、コア用ガラスとして、① $GeO_2 \cdot SiO_2$ 、② $P_2O_5 \cdot SiO_2$ 、③ $GeO_2 \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$ のいずれか一つとなるように、コア用ガラス原料を選定し、2組の応力付与用ガラスの一方を $TiO_2 \cdot SiO_2$ 、他方を④ $B_2O_3 \cdot SiO_2$ 、⑤ $B_2O_3 \cdot GeO_2 \cdot SiO_2$ 、⑥ $GeO_2 \cdot F \cdot SiO_2$ 、⑦ $B_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$ 、⑧ $F \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$ のいずれか一つとなるように、応力付与用ガラス原料を選定することもできる。

以上説明したように、本発明の製造方法によれば、コア形状を円形とし、対称性を保つたまま、従来構造のファイバより大きな複屈折性を有し、長尺、低損失で、かつ撓曲の容易な単一モード光

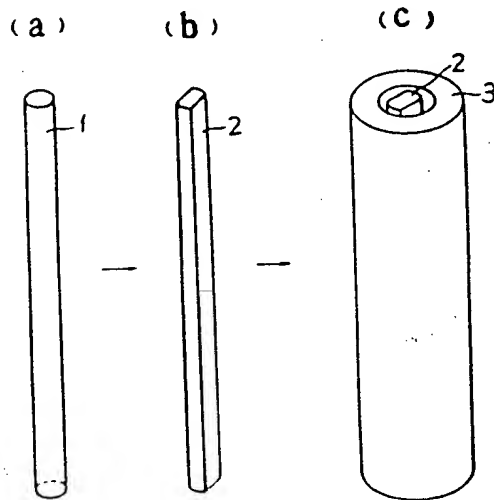
ファイバが得られるので、コヒーレント伝送が可能となるという利点がある。

#### 6. 図面の簡単な説明

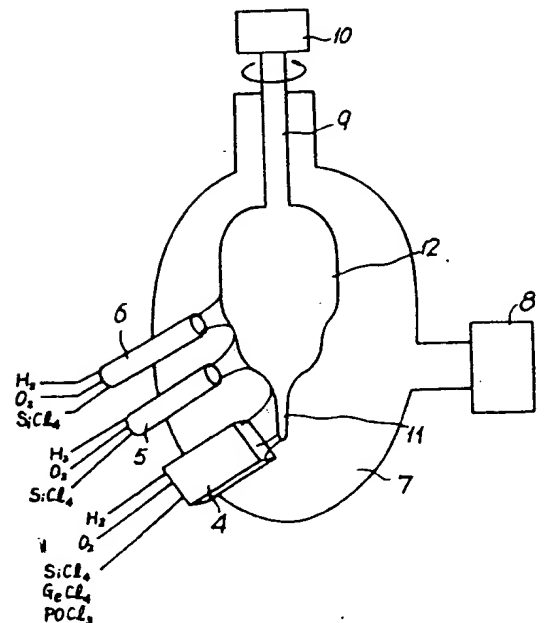
第1図は従来の偏光特性を有する単一モード光ファイバを製造する方法の説明図、第2図～第5図は本発明の一実施例の説明図、第6図は本発明の他の実施例の説明図である。

1—コア用丸棒状透明ガラス母材、2—両面研磨母材、3—ジャケット用ガラス管、4—コア用トーチ、5、6—合成クラフト用トーチ、7—反応球、8—排気部、9—支持棒、10—回転部、11—コア用多孔質母材、12—合成クラフト用母材、13—半鋭結多孔質母材、14、15、16、17—応力付与用多孔質母材用トーチ、18—回転部、19— $SiO_2 \cdot B_2O_3 \cdot GeO_2$ から成る多孔質ガラス、20— $SiO_2 \cdot TiO_2$ から成る多孔質ガラス、21—排気部、22—反応球、23—支持棒、24—ジャケット用ガラス管、25—コア、26—合成クラフト、27、28—応力付与用クラフト、29—クラフト。

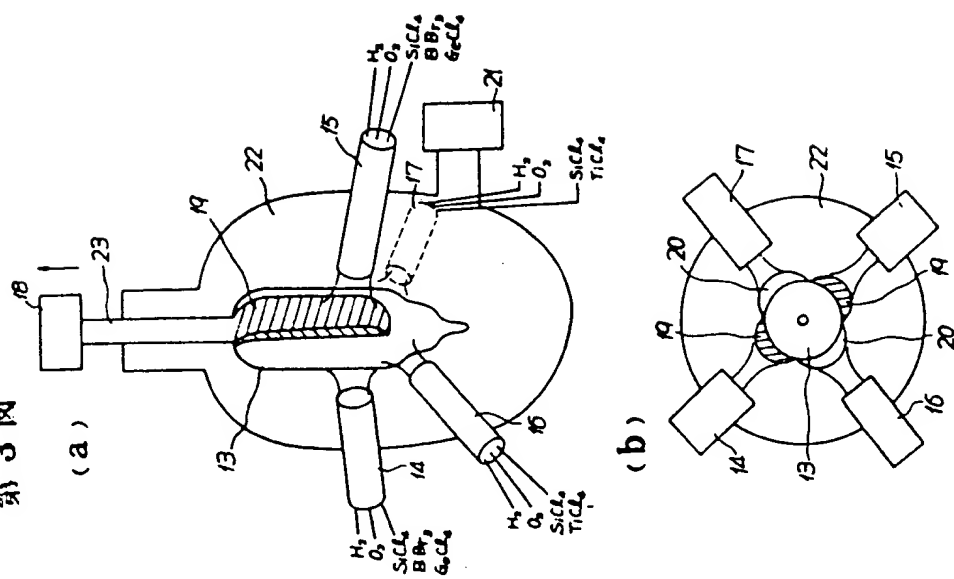
第1図



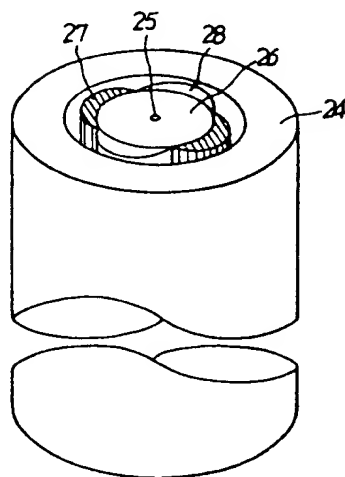
第2図



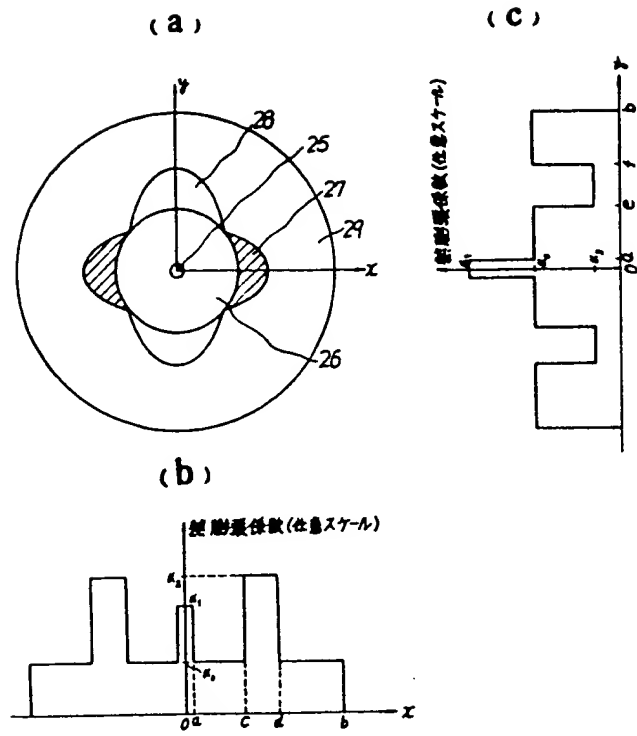
第3図



第4図



第 5 図



第 6 図

